

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-062773
(43)Date of publication of application : 06.03.1998

(51)Int.Cl.

G02F 1/1335
G02F 1/1335
G02F 1/137
G09F 9/35

(21)Application number : 08-216384
(22)Date of filing : 16.08.1996

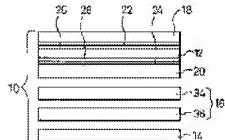
(71)Applicant : FUJITSU LTD
(72)Inventor : NAKAMURA KIMIAKI
KOIKE YOSHIRO

(54) LIQUID CRYSTAL DISPLAY PANEL

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To prevent the coloration of a screen and the degradation in contrast by including a polarized light rotating means capable of rotating the vibration plane of incident polarized light and decreasing the wavelength dispersion of the polarization state of the light between a liquid crystal layer added with dichromatic dyestuff and a reflection plate.

SOLUTION: The liquid crystal panel 10 has the polarized light rotating means 16 arranged between the GH liquid crystal layer 12 added with the dichromatic dyestuff and the reflection plate 14. The liquid crystal layer 12 is inserted between a pair of transparent substrates 18 and 20 and the inside surface sides of the respective substrates 18, 20 are respectively provided with transparent electrodes 26, 28. The polarized light rotating means 16 consists of first and second linear phasers 34, 36 arranged in superposition. The vibration plane of the linearly polarized light passing this first linear phaser 34 is rotated in the state of the linearly polarized light. The linearly polarized light passing the second linear phaser 36 is converted to circularly polarized light which is reflected by the reflection plate 14. The circularly polarized light passing the second linear phaser 36 is converted to the linearly polarized light and is made incident on the liquid crystal layer 12 after the vibration plane of the polarized light is rotated.



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-62773

(43)公開日 平成10年(1998)3月6日

(51)Int.Cl.*	識別記号	序内整理番号	P I	技術表示箇所
G 0 2 F	1/1335	5 1 0	G 0 2 F	1/1335
		5 2 0		5 1 0
	1/137	5 0 0		5 2 0
G 0 9 F	9/35			1/137
			G 0 9 F	9/35
				5 0 0

審査請求 未請求 請求項の数13 O L (全 7 頁)

(21)出願番号 特願平5-216384

(22)出願日 平成8年(1996)8月16日

(71)出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号

(72)発明者 中村 公昭

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号 富士通株式会社内

(72)発明者 小池 善郎

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号 富士通株式会社内

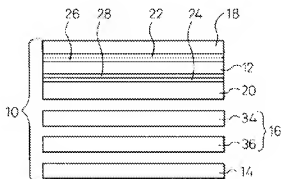
(74)代理人 弁理士 石田 敬 (外3名)

(54)【発明の名称】 液晶表示パネル

(57)【要約】

【課題】 液晶表示パネルに関し、画面が色付いたり、コントラストが低下したりするのを改善することを目的とする。

【解決手段】 2色性色素を添加した液晶層12と、反射板14と、該液晶層と該反射板との間に配置され、入射偏光の振動面を回転させ且つ光の偏光状態の波長分散を減少することのできる偏光回転手段16、34、36とを具備する構成とする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 2色性色素を添加した液晶層と、反射板と、該液晶層と該反射板との間に配置され、入射偏光の振動面を回転させ且つ光の偏光状態の波長分散を減少することのできる偏光回転手段とを具備することを特徴とする液晶表示パネル。

【請求項2】 前記液晶層がモジュニア配向した液晶からなることを特徴とする請求項1に記載の液晶表示パネル。

【請求項3】 前記偏光回転手段が重ねて配置された第1及び第2の直線位相子からなることを特徴とする請求項1に記載の液晶表示パネル。

【請求項4】 画素の透過スペクトルの中心値を λ とした場合、液晶側に配置される第1の直線位相子の $\Delta n d$ が $\lambda/2$ であり、第2の直線位相子の $\Delta n d$ が $\lambda/4$ であることを特徴とする請求項3に記載の液晶表示パネル。

【請求項5】 液晶の配向方向又は液晶の配向方向と垂直な方向を起線とし、起線から第1の方向に与った起線と第1の直線位相子の遅相軸との間の角度 $(\Delta\phi_1)$ が5度から25度の範囲にあり、起線から第1の方向に与った起線と第2の直線位相子の遅相軸との間の角度 $(\Delta\phi_2)$ が、 $2\Delta\phi_1 + 4.0$ 度から $2\Delta\phi_1 + 5.0$ 度の範囲に設定されていることを特徴とする請求項4に記載の液晶表示パネル。

【請求項6】 前記偏光回転手段が光軸がツイストした位相子からなることを特徴とする請求項1に記載の液晶表示パネル。

【請求項7】 前記位相子の光軸のツイスト角度が45度以下で、且つ $\Delta n d$ が250nm以下であることを特徴とする請求項6に記載の液晶表示パネル。

【請求項8】 前記偏光回転手段が画素ごとに異なる $\Delta n d$ をもつことを特徴とする請求項1に記載の液晶表示パネル。

【請求項9】 前記偏光回転手段が直線位相子からなり、各画素の透過スペクトルの中心値を λ としたとき、直線位相子の $\Delta n d$ を各画素の $\lambda/4$ としたことを特徴とする請求項8に記載の液晶表示パネル。

【請求項10】 カラーフィルタの透過スペクトルが連続であることを特徴とする請求項9に記載の液晶表示パネル。

【請求項11】 前記偏光回転手段と前記反射板とを液晶表示パネルの基板の内側に形成したことを特徴とする請求項1に記載の液晶表示パネル。

【請求項12】 前記偏光回転手段が画素ごとに異なる $\Delta n d$ をもつ直線位相子からなり、 $\Delta n d$ を変えるために、該直線位相子の厚さ d 、 Δn 、及び液晶表示パネルの基板に対する光軸のブレチルト角の少なくとも1つが変えられていることを特徴とする請求項8に記載の液晶表示パネル。

【請求項13】 前記偏光回転手段が熱又はUVキュアラブル液晶、又はサーモトロピック液晶で作られた位相子からなることを特徴とする請求項1に記載の液晶表示パネル。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はコントラストが高く、明い表示を行うことのできる反射型液晶表示パネルに関する。

【0002】

【従来の技術】近年、液晶表示パネルがパソコン等の情報機器のディスプレイとして使用されている。情報機器の携帯化に伴い、使用する液晶表示パネルの低消費電力化が要求されている。反射型液晶表示パネルはバックライトを使用しないために、低消費電力化を満足することができ、反射型液晶表示パネルの一つに、例えば2色性色素を使用したゲストホスト(GH)型液晶表示パネルがある。

【0003】ゲストホスト型液晶表示パネルでは、液晶が特定の方向にモジュニア配向し、2色性色素分子は液晶の配向方向に従って配向する。液晶分子が基板面とはほぼ平行な状態にあるときには、入射偏光が2色性色素分子で吸収されて黒表示となり、液晶分子が基板面とはほぼ垂直な状態にあるときには、入射偏光が液晶分子及び2色性色素分子を透過して白表示を達成することができ、

【0004】しかし、液晶分子が基板面とはほぼ平行な状態にあるときに、2色性色素分子は、液晶の配向方向と平行な振動面を有する入射偏光を吸収するが、液晶の配向方向と直交する振動面を有する入射偏光を吸収しない。従って、偏光子を使用しない液晶表示パネルでは、2色性色素分子が、液晶の配向方向と垂直な振動面を有する入射偏光を吸収することができるようにすることが必要である。

【0005】このため、例えば特開平7-333600号公報は、液晶層と反射板との間に偏光回転子として $\lambda/4$ 板を配置した液晶表示パネルを開示している。この場合、液晶の配向方向と平行な振動面を有する入射偏光は2色性色素分子によって吸収され、液晶の配向方向と直交する振動面を有する入射偏光は液晶層を透過した後でその振動面が偏光回転子によって90度回転せしめられて再び液晶層に入り、今度は2色性色素分子によって吸収される。従って、全ての入射偏光が吸収され、コントラストのよい画像を形成することができる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】偏光回転子として使用される $\lambda/4$ 板は、特定の波長をもった光を90度回転させるものである。しかし、 $\lambda/4$ 板の屈折率は一般的に波長に従って変化する。さらにこの特定の波長からずれた波長を有する光の成分が $\lambda/4$ 板に入射しても、 $\lambda/4$

4板は入/4板とはならない。従って、自然光を使用する場合、入/4板を通る各色の光の成分の回転量はすれ違いく。すなわち、光の偏光状態の波長分散が生じる。入射偏光の回転量がずれると、その偏光は2色性色素分子によって完全に吸収されなくなり、オフ状態であるにもかかわらず液晶層から洩れて出射する。そこで、画面が色付いたり、コントラストが低下したりする問題があった。

【0007】本発明は画面が色付いたり、コントラストが低下したりするのを改善することのできる液晶表示パネルを提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明による液晶表示パネルは、2色性色素を添加した液晶層と、反射板と、該液晶層と該反射板との間に配設され、入射偏光の振動面を回転させ且つ光の偏光状態の波長分散を減少することのできる偏光回転手段とを具備することを特徴とするものである。より特定には、偏光回転手段は1つの入/4板を使用する場合より光の偏光状態の波長分散を減少することからなるように構成される。また、液晶層がホモジニアズ配向したゲストホスト液晶からなるのが好ましい。

【0009】偏光回転手段は、重ねて配置された第1及び第2の直線位相子からなる構成とすることが好ましい。液晶側に配置される第1の直線位相子は偏光状態の波長分散を生じるものでよく、第2の直線位相子は第1の直線位相子で生じた偏光状態の波長分散を補償し、光の偏光状態の波長分散を減少する。

【0010】この場合、画素の透過スペクトルの中心値を入。とした場合、液晶側に配置される第1の直線位相子の $\Delta n d$ がほぼ入/2であり、第2の直線位相子の $\Delta n d$ がほぼ入/4であるようにする。また、液晶の配向方向又は液晶の配向方向と垂直な方向を起振とし、起振から第1の方向とった起振と第1の直線位相子の遅延軸との間の角度 $(\Delta\phi_{r1})$ が5度から25度の範囲にあり、起振から第1の方向とった起振と第2の直線位相子の遅延軸との間の角度 $(\Delta\phi_{r2})$ が、 $2\Delta\phi_{r1}+40$ 度から $2\Delta\phi_{r1}+50$ 度の範囲に設定されている。このように、入/2板と入/4板とを使用して、入射偏光の振動面を90度回転させ且つ光の偏光状態の波長分散を減少することのできる液晶表示パネルを得ることができる。

【0011】また、前記偏光回転手段が光軸がツイストした位相子からなる構成とすることもできる。この場合、前記位相子の光軸のツイスト角度が45度以下で、且つ $\Delta n d$ が250 nm以下とすることがよい。また、前記偏光回転手段が両面ごとに異なる $\Delta n d$ をもつ構成とすることもできる。この場合、前記偏光回転手段が直線位相子からなり、各画素の透過スペクトルの中心値を入としたとき、直線位相子の $\Delta n d$ を各画素のほぼ入/4と

する。画素ごとに異なる色部分を有するカラーフィルターを含み、該カラーフィルターの透過スペクトルの中心値を入とし、あるいは、カラーフィルターの透過スペクトルが連続であるようにする。

【0012】また、前記偏光回転手段と前記反射板とを液晶表示パネルの基板の内側に形成する構成とすることもできる。前記偏光回転手段が画素ごとに異なる $\Delta n d$ をもつ直線位相子からなり、 $\Delta n d$ を変えるために、該直線位相子の厚さ d 、 Δn 、及び液晶表示パネルの基板に対する光軸のプレチルト角の少なくとも1つが変えられている。また、前記偏光回転手段が熱又はUVキュラブル液晶、又はサーモトロピック液晶で作られた位相子からなる構成とすることもできる。

【0013】

【発明の実施の形態】図1は本発明の一例を示す断面図である。液晶表示パネル10は2色性色素を添加したG H液晶層12と、反射板14と、液晶層12と反射板14との間に配置された偏光回転手段18とを含む。液晶層12は一对の透明な基板18、20の間に挿入されたものであり、各基板18、20の内面側にはそれぞれ透明電極22、24及び配向膜26、28が設けられている。

【0014】図3に示されるように、液晶層12は液晶分子30と2色性色素32とを含み、配向膜28は矢印Aで示される方向にラビングされ、配向膜28は矢印Bで示される方向にラビングされる。ラビング方向Aとラビング方向Bとは互いに平行に方向が逆である。従って、液晶分子30は、ラビング方向A、Bと平行な配向方向にプレチルトをもってホモジニアズ配向する。2色性色素32は液晶分子30の配向方向に従って配向する。液晶は例えば三菱化学(株)製のLA-1030Z、LA-14792を使用でき、配向膜26、28を形成したギャップ8 μm の空間に注入する。

【0015】偏光回転手段18は、重ねて配置された第1の直線位相子34及び第2の直線位相子36からなる。直線位相子34、36としては、日東電工(株)製のNRF位相差板を使用する。第1の直線位相子34には、275 nmの位相差板を使用し、第2の直線位相子36には、338 nmの位相差板を使用する。反射板14としては、日東電工(株)製の5タイプ反射板を使用する。

【0016】画素の透過スペクトルの中心値を入。とした場合、液晶側に配置される第1の直線位相子34の $\Delta n d$ がほぼ入/2であり、第2の直線位相子36の $\Delta n d$ がほぼ入/4である。すなわち、第1の直線位相子34は入/2板であり、第2の直線位相子36は入/4板である。この組み合わせにより、液晶側に配置される第1の直線位相子34は偏光状態の波長分散を生じて、第2の直線位相子36は第1の直線位相子34で生じた偏光状態の波長分散を補償し、光の偏光状態の波長

分散を減少する。

【0017】図2は、液晶の配向方向又は液晶の配向方向と無直交方向を起線38とした場合、起線38から第1の方向にとった起線38と第1の直線位相子34の遅相軸40との間の角度 $\Delta\phi_1$ 、及び起線38から第1の方向にとった起線38と第2の直線位相子36の遅相軸42との間の角度 $\Delta\phi_2$ を示す図である。第1の方向とは、起線38と第1の直線位相子34の遅相軸40との間の角度 $\Delta\phi_1$ が鋭角となる方向を言う。

【0018】好ましくは、起線38と第1の直線位相子34の遅相軸40との間の角度 $\Delta\phi_1$ は、 15 ± 10 度の範囲、すなわち、5度から25度の範囲にある。また、起線38と第2の直線位相子36の遅相軸42との間の角度 $\Delta\phi_2$ は、 $2\Delta\phi_1 \pm 5$ 度、すなわち、 $2\Delta\phi_1 \pm 40$ 度から $2\Delta\phi_1 \pm 50$ 度の範囲に設定される。

【0019】図4に示されるように、液晶分子30が基板面とは平行な状態にあるときには、液晶の配向方向と平行な振動面を有する入射偏光1、は2色性色素32で吸収される。液晶の配向方向と直交する振動面を有する入射偏光1、は2色性色素32で吸収されることなく液晶層12を透過して偏光回転手段16に向かって進み、偏光回転手段16を2度透過する間にほぼ90度回転させられ、反射板14で反射して液晶層12に達する。今度は偏光の振動面が90度回転しているため、入射偏光1、は2色性色素32で吸収され、液晶層12を透過することはない。従って、液晶分子30が基板面とは平行な状態にあるときには（電圧印加時には）、黒表示を達成することができる。また、液晶分子30が基板面とはほぼ垂直な状態にあるときには（電圧印加時には）、入射偏光が液晶分子及び2色性色素を透過して白表示を達成することができる。

【0020】本発明においては、第1の直線位相子34を通る直線偏光は直線偏光のまま偏光の振動面を回転せしめられる。第2の直線位相子36を通る直線偏光は円偏光に変換され、そして反射板14で反射して第2の直線位相子36を通る円偏光は直線偏光に変換され、偏光の振動面を回転させて液晶層12に入射する。従って、第1の直線位相子34で発生した偏光の波長分散を第2の直線位相子36で逆方向に補償することによって偏光の波長分散が小さくなる。

【0021】図5は、起線38と第1の直線位相子34の遅相軸40との間の角度 $\Delta\phi_1$ を変えたときの液晶表示パネル10の反射率分布（反射率スペクトラム）を示す図である。黒表示をしたいときには入射光はできるだけ吸収され、反射率はできるだけ低い方がよい。

【0022】図5においては、 $\Delta\phi_{11} = 0$ は、第1の直線位相子34がなく、第2の遅相軸位相子36を4.5度で配置した位相の場合に相当する。この場合、特定の波長（例えば550nm）においては反射率は小さくできるが、波長が大きい領域、及び波長が小さい領域において

反射率が高くなる。すなわち、光の偏光状態の波長分散が大きい。

【0023】角度 $\Delta\phi_{11}$ を15度とすると、波長ごとの反射率の变化、すなわち光の偏光状態の波長分散が最も小さくなる。角度 $\Delta\phi_{11}$ が15度より大きくなるとは小さくするにつれて波長ごとの反射率の变化、すなわち光の偏光状態の波長分散が大きくなっていくことが分かった。そして、角度 $\Delta\phi_{11}$ が 15 ± 10 度の範囲にある場合に満足いく結果が得られることが分かった。さらに、起線38と第2の直線位相子36の遅相軸42との間の角度 $\Delta\phi_{21}$ が $2\Delta\phi_{11} \pm 45$ 度のときに最も好ましい結果がえられ、角度 $\Delta\phi_{11}$ が $2\Delta\phi_{11} \pm 45 \pm 5$ 度の範囲にある場合に満足いく結果が得られた。

【0024】図6は本発明の別の例を示す図である。液晶表示パネル10は2色性色素を添加したGH液晶層12と、反射板14と、液晶層12と反射板14との間に配置された偏光回転手段16を含む。この例においては、偏光回転手段16の構成が前の例と異なっている。

【0025】偏光回転手段16は、光軸がツイストした位相子からなる。光軸がツイストした偏光回転子の一例は図7に示されている。この偏光回転子はメルク社製ZL1-4792等の液晶40がキャップ240nmの一對の基板48、50の間に挿入されてなるものである。基板48、50に設けた配向膜52、54には互いに45度をなす方向にランビング偏光が配されている。偏光回転手段16の光軸のツイスト角度が45度以下で、かつ $\Delta n d$ が250nm以下であるのが好ましい。光軸がツイストした位相子からなる偏光回転手段16の他の例としては、例えば日本石油化学（株）製の日石LCフィルムを使用することができる。

【0026】図8及び図9に結果を示す。 $\Delta n d$ が250nm以下でよい結果が得られ、 $\Delta n d$ が200nmあたりで反射スペクトルがほぼフラットになった。また、液晶層12の液晶分子の配向方向と液晶層12に近いたの位相子のツイストの起線ととの間の角度（ ϕ_a ）が0の場合（すなわち液晶分子の配向方向とツイストの起線とが平行な場合）に反射率が最低になった。

【0027】図10は、液晶セルがGH液晶層12及びカラーフィルター56を含み、回転偏光子16は、黒の直線偏光子、すなわち各色の波長に応じて細分化された $\lambda/4$ 板からなる。カラーフィルター56は、赤色のカラーフィルター56R、緑色のカラーフィルター56G、青色のカラーフィルター56Bを含み、回転偏光子16は各色のカラーフィルター56R、56G、56Bの透過スペクトルの中心値をえといたとき、その $\Delta n d$ がほぼ $\lambda/4$ となっている。

【0028】図11は、 $\Delta n d$ を変えたときの液晶表示

パネルの反射スペクトルを示す図である。赤色のカラーフィルター5Bにおける透過光の中心波長を450nm、緑色のカラーフィルター5Gにおける透過光の中心波長を500nm、青色のカラーフィルター5Bにおける透過光の中心波長を850nmとする。赤色のカラーフィルター5Bに対しては $\Delta n d$ が110nmの赤色用直線位相子1Bが適当であることが分かる。緑色は同様にして140nm、青色は同様にして160nmの直線位相子が適当である。

【0029】カラーフィルタとしてはマゼンタなど透過スペクトルが不連続な色は避けることが望ましい。以上の例においては、反射板14と同軸偏光子18とは液晶表示パネルの外側に配置されていたが、反射板14と同軸偏光子18とは液晶表示パネルの内側に配置されることが望ましい。この場合、液晶セルの透明基板20上に反射膜14を形成した後、直線位相子の膜を反射板14の上に形成する。直線位相子の膜としては、日本石油化学(株)製の目石LCフィルムを使用する。

【0030】図12は、図6及び図7の光軸がツイストした位相子からなる偏光回転手段16を含む液晶表示パネルにおいて、反射板14と同軸偏光子18とを液晶表示パネルの内側に配置した例を示す図である。液晶セルの透明基板20上に反射膜14を形成した後、同軸偏光子18の配向膜54を反射板14の上に形成する。それから、同軸偏光子18の液晶層46を塗布・硬化する。同軸偏光子18の液晶層46としては、適量のカイラルを添加した大日本インキ化学工業(株)製のUVキュアラブル液晶(Journal of the SID, 3/3 1995, p139)等を使用することができる。また、配向膜54にはラビングを行う。それから、透明電極24及び配向膜28を形成する。他方の透明電極18には、透明電極22及び配向膜26を形成する。

【0031】2層の直線位相子を液晶表示パネルの内側に形成する手段としては、日東電工(株)製の位相基板を2枚積層する代わりに、1層目の直線位相子の膜を形成した後、光学的に等方的なUV硬化性樹脂を塗布・硬化させ、その上に2層目の直線位相子の膜を塗布し、硬化させる方法がある。使用する直線位相子の膜としては、目石LCフィルム、ラビングした配向膜に塗布・硬化した液晶膜がある。

【0032】画素ごとに $\Delta n d$ を最適化した位相子を形成する手段として、(a)膜厚 d を一定にして Δn の異なるUVキュアラブル液晶を塗布し、画素ごとに選択硬化させることを繰り返して位相子を形成する方法、(b)同じUVキュアラブル液晶を膜厚 d を変えて塗布し、画素ごとに選択硬化させることを繰り返して位相子を形成する方法、(c)あらかじめ反射板上に差分の間

凸を光学的に等方的なUV硬化樹脂などで形成しておくことによって、UVキュアラブル液晶の厚さを変化させる方法、(d)UVキュアラブル液晶を硬化させるとき、電界の印加あるいは配向膜によって液晶分子をプレチルトさせておく方法等がある。サーモトロピック液晶を使用する場合にも同様のプロセスが適用できる。この場合、レジストを使用したフォトリソグラフィによって、画素ごとに選択的に異なる位相子を残すことになる。また、液晶を硬化させるためには液晶の温度を低下させる。

【0033】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、波長の違いによる光の偏光状態のバラツキが小さくなるため、高いコントラストで着色のない表示が可能になり、表示パネルの信頼性を高めることができ、液晶表示パネルの性能の向上に寄与するところが大きい。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施例を示す断面図である。

【図2】図1の液晶の配向方向と直線位相子の直経軸との関係を示す図である。

【図3】GH液晶層の構成を示す断面図である。

【図4】GH液晶層の入射偏光の吸収を説明する図である。

【図5】図1の偏光回転子を用いたGH液晶パネルの波長と反射率との関係を示す図である。

【図6】本発明の第2実施例を示す断面図である。

【図7】図6の光軸がツイストした位相子からなる偏光回転子の例を示す図である。

【図8】図6の偏光回転子を用いたGH液晶パネルの波長と反射率との関係を示す図をパラメータとして示す図である。

【図9】図6の偏光回転子を用いたGH液晶パネルの波長と反射率との関係をツイスト角度をパラメータとして示す図である。

【図10】本発明の第3実施例を示す断面図である。

【図11】図10の偏光回転子を用いたGH液晶パネルの波長と反射率との関係を示す図である。

【図12】本発明の第4実施例を示す断面図である。

【符号の説明】

10…液晶表示パネル

12…液晶層

14…反射板

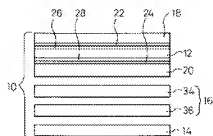
16…偏光回転手段

20…透明基板

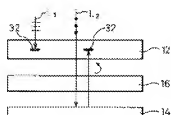
30…液晶分子

32…2色性色素

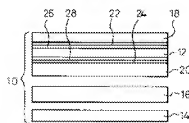
【図1】



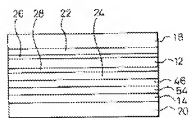
【図4】



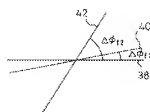
【図6】



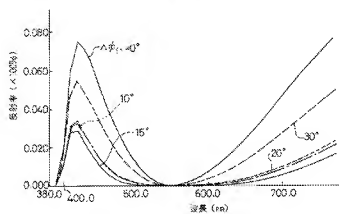
【図12】



【図2】



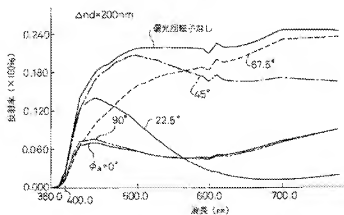
【図5】



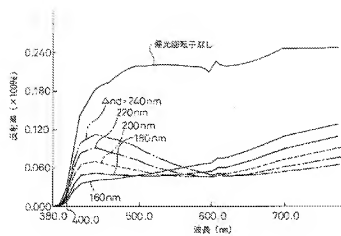
【図7】



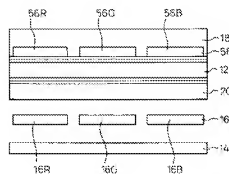
【図9】



【図8】



【図10】



【図11】

